

学校编码: 10384
学号: X2011181010

分类号_____密级_____
UDC_____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

红外遥控接收头自动增益控制方案的研究

Research for Automatic Gain Control System
of Infrared Remote Receiver

段果

指导教师姓名: 李成教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2016 年 月

论文答辩时间: 2016 年 月

学位授予日期: 2016 年 月

答辩委员会主席: __

评阅人: __

2016 年 3 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

红外遥控接收头是红外遥控技术的核心器件,起到接收红外遥控信号,并进行光电转换,滤波和解调的作用。对噪声干扰的抑制能力,和对不同类红外遥控协议的兼容能力是红外遥控接收头最主要的性能,而二者在一定程度上是对立的,因此研制出具有优秀噪声抑制能力和较好红外遥控协议兼容能力的红外遥控接收头是行业内共同的课题。

本文首先简单介绍了红外遥控接收头的结构和工作原理,分析其主要的抗干扰机制,突出自动增益控制电路的核心作用。然后通过对常见光干扰源的测试分析,将各类干扰噪声和遥控编码就数据间隔等四项基本参数进行汇总对比,分析现行的基于数据间隔识别和处置的自动增益控制方案。接着针对现行自动增益控制方案不兼容连续编码的问题,提出改进的自动增益控制方案,将数据间隔和脉冲宽度同时纳入识别和处置,并设计出新的算法,改进后的方案在几乎不损失抗干扰能力的同时,红外遥控协议的兼容范围大为拓展,可以很好的接收连续编码。最后通过模拟测试和实测手段验证了改进效果及抗干扰能力的差异。

本文对于红外遥控接收头自动增益控制方案的改进设计,对提高产品通用性及市场覆盖面具有重要的意义。

关键词: 红外遥控接收头; 自动增益控制; 红外遥控协议; 噪声。

Abstract

Infrared remote sensor is one of the core devices in the infrared remote control technology. It plays a role in receiving infrared remote control signal, performing photoelectric conversion, filter and demodulation. The ability to suppress noise interference and the compatibility of different types of infrared remote control protocol are two of the most important aspects. However, they are contrary to each other to a certain extent. Thus how to develop infrared remote control receiver which has good noise suppression ability and good infrared remote protocol compatibility is a common topic in the industry.

In this thesis, the structure and principle of infrared remote receiver was firstly introduced, and then its main anti-jamming mechanism was analyzed, in which the central role of automatic gain control circuit was highlighted. Based on the test and analysis of some common light sources, the kinds of jamming noise and remote control coding including the four basic parameters such as data interval were summarized and the weakness of the existing automatic gain control scheme based on the identification and disposal for the data interval was analyzed. Then the improved automatic gain control scheme was put forward in view of the problem of the existing automatic gain control scheme, which could not be compatible with continuous coding. The improve scheme included the parameters of data interval and pulse width into the identification and disposal at the same time, and new algorithm was given. The improved scheme expanded the scope of infrared remote control protocol compatible, while almost no loss of anti-interference ability. It can receive continuous coding very well. At last, the improvement effect and the differences of anti-jamming ability were verified through simulation test and real test method.

The design of automatic gain control scheme for the infrared remote receiver would play a significant role in improving the product versatility and market coverage commonality.

Key words: infrared remote control receiver; automatic gain control; infrared remote control protocol; noise.

目录

一、绪论	10
1.1 红外技术的发展史	10
1.2 红外遥控技术的发展历程	11
1.3 红外遥控技术面临的挑战	12
1.4 论文研究的对象及结构	12
二、红外遥控接收头的结构和工作原理	14
2.1 红外遥控接收系统的构成	14
2.2 红外遥控信号的调制和解调	14
2.3 红外遥控接收头的结构和工作原理	16
2.3.1 红外接收头的基本结构	16
2.3.2 红外接收头的工作原理	18
2.4 红外遥控接收头的主要抗干扰机制	20
2.4.1 环氧树脂	21
2.4.2 金属壳屏蔽	22
2.4.3 光敏二极管	22
2.4.4 带通滤波器	23
2.4.5 自动增益控制电路 (AGC)	23
三、常见光干扰源的原理和特征	25
3.1 白炽灯	26
3.2 荧光灯	27
3.3 液晶电视 (LCD)	30
3.4 等离子电视 (PDP)	32
四、现行自动增益控制电路抑制干扰噪声的方法及存在的问题	35
4.1 红外遥控接收头自动增益控制方案的总体思路	35
4.2 常规红外遥控编码格式	37
4.3 常规遥控编码 (NEC 格式) 和噪声信号的对比	39

4.4 红外遥控接收头现行自动增益控制方案.....	41
4.5 现行自动增益控制方案的问题.....	45
五、针对连续编码改进后的自动增益控制方案及测试验证.....	47
5.1 改进后的自动增益控制方案.....	47
5.2 模拟测试确认控制机制.....	52
5.2.1 模拟测试设备的电路构成.....	52
5.2.2 模拟测试方案.....	54
5.2.3 模拟测试结果.....	56
5.3 遥控实测验证 AGC 方案改进效果及抗干扰性能的差异.....	57
5.3.1 实测方案.....	58
5.3.2 实测结果.....	60
六、总结与展望.....	63
[参考文献].....	65
致谢.....	66
附录.....	67

Content

Chapter 1 Introduction	10
1.1 The history of infrared technology	10
1.2 The development of infrared remote control technology	11
1.3 The challenge for the infrared remote control technology	12
1.4 The object and the structure of thesis research.....	12
Chapter 2 The structure and working principle of infrared remote control receiver.....	14
2.1 The composition of the infrared remote control receiving system	14
2.2 modulation and demodulation of Infrared remote control signal	14
2.3 The structure and working principle of infrared remote control receiver .	16
2.3.1 The basic structure of the infrared remote receiver	16
2.3.2 The working principle of the infrared remote receiver	18
2.4 Main anti-interference mechanism of infrared remote control receiver	20
2.4.1 Epoxy resin	21
2.4.2 The metal shell shielding	22
2.4.3 photodiode.....	22
2.4.4 Band-pass filter	23
2.4.5 Automatic gain control circuit(AGC)	23
Chapter 3 The principle and characteristics of common interference sources of light.....	25
3.1 Incandescent lamp.....	26
3.2 Fluorescent lamp	27
3.3 Liquid crystal TV (LCD)	30
3.4 Plasma TV (PDP)	32

Chapter 4 The current automatic gain control circuit control

methods against noise interference and existing problems..... 35

4.1 the overall train of thought of automatic gain control scheme of infrared remote receiver35

4.2 Conventional infrared remote control encoding format37

4.3 Contrast of conventional remote control coding (NEC format) and the noise signal 39

4.4 current automatic gain control scheme of infrared remote receiver.....41

4.5 The existing problems of the current automatic gain control scheme45

Chapter 5 The improved automatic gain control scheme in view of

the continuous coding and the validation test..... 47

5.1 The improved automatic gain control scheme.....47

5.2 Simulation tests confirm control mechanism52

5.2.1 The circuit of simulation test device52

5.2.2 Simulation test plan.....54

5.2.3 Simulation test results56

5.3 The remote control validation of the AGC scheme improvement effect and the differences of anti-jamming performance57

5.3.1 Remote control test plan58

5.3.2 Remote control test result60

Chapter 6 Summary and outlook..... 63

[Reference]..... 65

Thank you 66

Appendix..... 67

一、 绪论

1.1 红外技术的发展史

红外光又可称作红外线或红外辐射，它是一种人眼不可见的电磁辐射，它由物质内部的分子、原子运动所产生，是电磁频谱的一部分，波段介于可见光和微波之间(0.76~1000 微米)。红外光谱按波长通常分为 4 个波段：远红外(20~1000 微米)，中远红外(6~20 微米)，中红外(3~6 微米)，近红外(0.76~3 微米)。自然界中的任何物体，只要温度高于绝对零度，其内部分子和原子就会进行无规则运动，其表面就会不断辐射红外线，温度越高的物体红外线的强度越大。从 1800 年英国天文学家 F·W·Herschel 发现红外辐射至今，红外技术发展已经经历了两百多年的历史，但红外技术真正取得进展是直到 1940 年前后，德国研制成硫化铅和几种红外透射材料，利用这些元件制成了一些军用红外系统^[1]。

红外技术发展的先导是红外探测器。1800 年 F·W·Herschel 发现红外辐射时使用的是水银温度计，这是最原始的热敏型红外探测器^[2]。1830 年以后，温差电偶的热敏探测器、测辐射热计等相继出现。19 世纪，科学家们使用热敏型红外探测器认识了红外辐射的特性和规律，证明了红外线与可见光具有同样的物理性质，遵循相同的物理规律。它们是电磁波之一，具有波动性，其传播速度都是光速，波长是他们的参数并可以测量。20 世纪初，大量物质的吸收，发射和反射光谱被测量出来，证明了红外技术在物质分析中的价值。20 世纪 30 年代初，首次出现红外光谱，成为物质分析不可或缺的手段。40 年代初，硫化铅红外探测器为代表的光电型红外探测器问世，这类探测器性能优良，结构可靠。50 年代，半导体物理学，量子力学等物理学科的迅速发展，使光电型红外探测器得到新的推动。到 60 年代初期，对于 1~3 微米，3~5 微米，8~13 微米三个重要的大气窗口都有了性能优良的红外探测器。同一时期，电子学，光学，固体物理，精密机械和微型制冷器等方面的房展，使红外技术在军用，民用两方面都得到了广泛的应用。

在红外技术的发展中，60 年代激光的出现极大地影响了红外技术的发展，很多重要的激光器件都在红外波段，其相干性便于移用电子技术中的外差接收技术，使雷达和通信都可以在红外波段实现，并可获得更高的分辨率和信息容量。在此之前，红外技术仅仅能探测非相干红外光，外差接技术的应用，使探测性能

比功率探测高出好几个数量级。由于这类应用的需要,促使出现新的探测器件和新的辐射传输方式,推动红外技术向更先进的方向发展。

1.2 红外遥控技术的发展历程

红外通讯技术利用红外线来传递数据,是无线通讯技术的一种。红外通讯技术不需要实体连接,简单易用且成本较低,因而在家电领域和小型移动设备上有广泛的应用,例如:电视机,空调,机顶盒,平板电脑,手机,玩具等。

红外通讯技术一般采用近红外光作为载体,波长在 0.75 微米至 25 微米。由于红外线波长短,衍射能力差,因此红外通讯技术适合应用在短距离无线通讯的场合。目前,红外通讯主要应用与遥控,数据通信和传感这三个方面。

遥控实际上也是数据通讯的一种,只是基于应用特定化了。由于红外线的直射特性,不适合传输障碍较多的地方,因此多数情况下传输距离短,传输速率不高。随着红外遥控技术的快速发展,各种遥控设备及通讯协议大量涌现,然而不同的公司都有自己的一套标准,却不能通其它公司的红外设备进行通讯。为解决多种设备之间的兼容性问题,1993 年成立了红外数据协会(IrDA, Infrared Data Association)以建立统一的红外数据通讯标准^[3]。

1898 年,曾为爱迪生工作,同样被誉为天才发明家的尼古拉·特斯拉(Nikola Tesla)(1856-1943)开发出了最早的遥控器之一(美国专利 613809),叫做“Method of and Apparatus for Controlling Mechanism of Moving Vehicle or Vehicles”^[4]。

到二十世纪 60 年代,发达国家开始研究民用产品的遥控技术,但由于受当时技术条件的限制,遥控技术发展比较缓慢。70 年代末,随着计算机技术和大规模集成电路的发展,遥控技术才得到快速发展。在遥控方式上大致经历了从有线到无线超声波,从震动子到红外线,再到使用总线的微机红外遥控这样几个阶段。如何准确无误地传输信号,最终达到满意的控制效果始终是遥控技术发展的驱动力。最初无线遥控设备采用的是电磁波传输信号,但由于电磁波容易产生干扰,也易受其它干扰影响,因此逐渐采用超声波和红外线作为传输媒介。超声波频带窄,所能携带的信息量少,相对红外线更易受到干扰而引起误动作,因此较为理想的是光控方式。采用红外线的遥控方式逐渐取代了超声波遥控方式,出现了红外线多功能遥控器,成为当今时代近距离低成本遥控的主流技术。

红外线在频谱上处于可见光范围之外,因此具有较强的抗干扰性,具有直线

传播特性，不易相互干扰，是理想的信息传输载体。基于红外线的信息传输有两种调制方式，一是调制红外光的强弱进行信息传输，二是调制红外光的频率和相位。从信息传输的可靠性来讲，第二种方法更好，这也是目前大多数红外遥控器所采用的方式。

1.3 红外遥控技术面临的挑战

半导体集成电路技术的飞速发展无疑推动了红外遥控技术向更低成本，更优性能的发展之路，但也催生了射频遥控等技术作为红外遥控技术的有力竞争者。另一方面由于节能灯具，液晶显示器，等离子显示器，3D 电视等技术的出现和产品家用的普及，也给红外遥控技术的抗干扰性能带来了巨大的挑战。

红外遥控不同于射频遥控技术，并没有十分通用的通讯协议标准，不同厂家对于红外遥控的应用都有自己的规范，因此红外遥控接收器件必须具有兼容不同类红外通讯协议的能力。而红外遥控接收器件抑制不同噪声干扰的能力和对红外通讯协议的兼容涵盖范围往往是相互制约的，因此设计出同时具有优秀噪声抑制能力和较好红外通讯协议兼容性的红外遥控接收器件对于红外遥控技术的发展具有重要意义，对提升红外遥控技术市场竞争力和延长其生命周期具有重要作用，也是行业内持续研究的课题。

1.4 论文研究的对象及结构

红外遥控接收头经过多年来的发展，已经形成了一套较成熟的自动增益控制方案(AGC)，它对抑制噪声干扰起到关键性作用。但随着各种新型红外通讯协议的问世，原本的自动增益控制方案对它们的兼容能力有所不足。因此本文立足于对红外遥控接收头自动增益控制的研究，针对连续型编码提出改进的自动增益控制方案，并测试验证改进效果。

论文结构：

第一章 介绍红外技术的发展史，红外通讯技术和遥控技术的发展历程，分析红外遥控技术当年所面临的挑战，引出本文所研究的课题，最后介绍论文结构。

第二章 介绍红外遥控接收头的硬件结构和工作原理，从结构和原理上分析红外遥控接收头主要的抗干扰机制，突出自动增益控制模块的核心地位。

第三章 介绍日光灯，节能灯等主要的干扰源的发光原理，测试和分析它们的主要特征，为后文研究自动增益控制方案做铺垫和依据。

第四章 针对日光灯，节能灯等主要的干扰源特征，结合红外遥控领域主要的通讯协议特征，提出现行红外遥控接收头常用的自动增益控制方案，并指出其不足之处。

第五章 针对现行自动增益控制方案不兼容连续编码的问题，提出改进的自动增益控制方案，将脉冲宽度也纳入识别和处置。再进行测试验证，测试验证分为模拟测试部分和实际遥控测试部分。通过模拟测试模拟和确认改进前后的自动增益控制方案，通过实测验证实际的改进效果以及抗干扰能力差异。

第六章 展望红外遥控技术的发展趋势。提出如何提升红外遥控技术的市场竞争力，市场覆盖面以及延长生命周期的相关想法。

二、 红外遥控接收头的结构和工作原理

2.1 红外遥控接收系统的构成

红外遥控器已被广泛应用在各种类型的家电产品上,它的出现给使用电器提供了很多便利。红外遥控系统一般由红外发射装置和红外接收设备两大部分组成。

红外发射装置由键盘电路,红外编码芯片,电源和红外发射电路组成^[5-6]。红外接收设备由红外接收电路,解调放大电路,电源和微控制器组成。通常为了使信号更好的被传输,发射端将基带二进制信号调制为脉冲串信号,通过红外发射管发射,如图 2-1 所示。

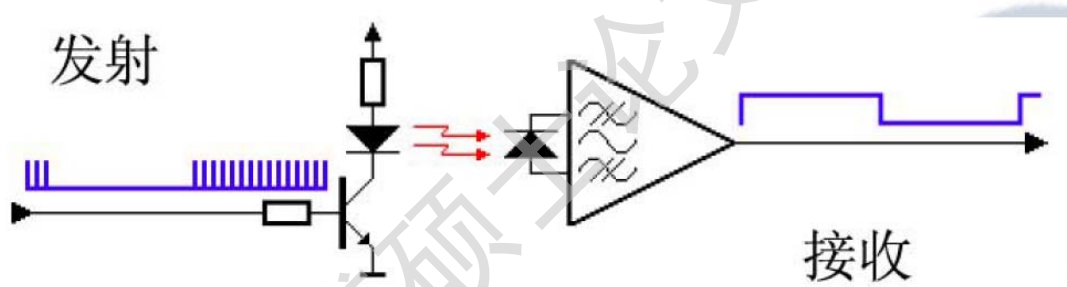


图 2-1 红外遥控接收系统

2.2 红外遥控信号的调制和解调

红外发射装置发射数据时会对要发送的二进制编码信号按某种红外遥控通讯协议进行编码调制,再将编码调制后的时域波形按一定频率进行载波调制,即调制成一定频率的间断脉冲串。

红外发射装置所发射的红外光,实质上是经过了双重调制,即编码调制和载波调制。编码调制的作用是让红外发射装置和红外接收设备按某种协议格式达成匹配和共识,建立一对一的沟通渠道。载波调制的作用是通过红外接收设备滤波,解调的配合,获得好的传输能力,抗干扰能力及较低的发射功耗。

编码调制通常有两种方式:通过脉冲宽度来实现编码调制的脉宽调制(PWM)和通过脉冲串之间的时间间隔来实现信号调制的脉冲位置调制(PPM)^[7-8]。

脉冲位置调制采用相同的脉冲串宽度,但脉冲串之间的间距不同,所以周期

也不相同,即脉冲串的时序位置不同。NEC 公司和 Sharp 公司的产品主要采用这种编码方式,只是脉冲宽度和周期等参数不同。图 2-2 中 a 图为 NEC 公司所使用的编码格式,脉冲串宽度为 560 微秒,逻辑 1 周期为 2.25 毫秒,逻辑 0 周期为 1.12 毫秒。图 2-2 中 b 图为 Sharp 公司所使用的二进制编码,脉冲串宽度为 320 微秒,逻辑 1 周期为 2 毫秒,逻辑 0 周期为 1ms。

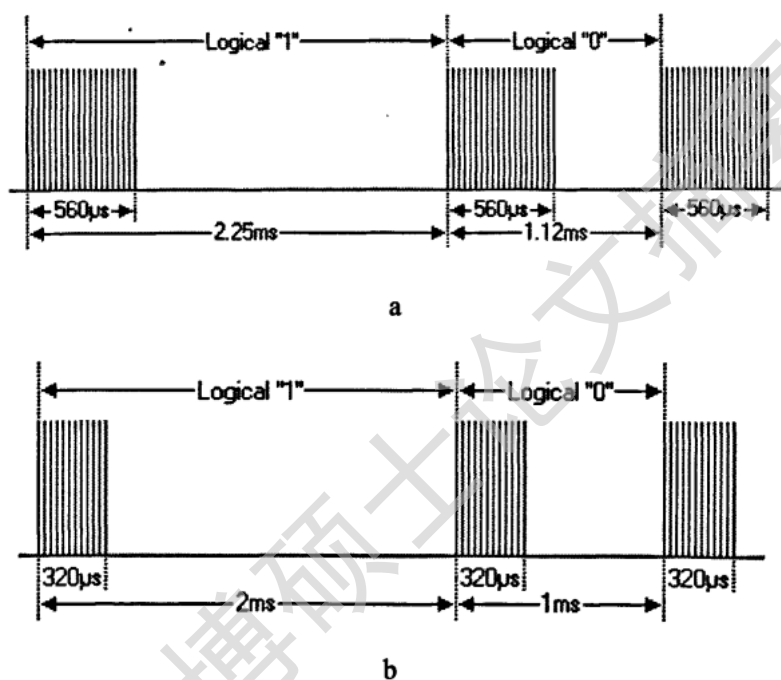


图 2-2 NEC 编码格式逻辑位

载波调制频率一般在 20kHz 到 60kHz 之间,大多数采用的是 38kHz, 占空比 1/3 的方波,如图 2-3 所示。此频率是由发射端所采用晶振的震荡频率决定^[9]决定。

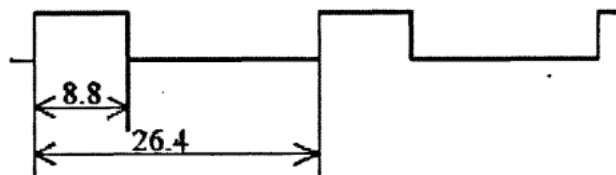


图 2-3 载波占空比

而红外接收设备接收时，红外遥控接收电路会将高频载波滤除，还原成编码调制信号，再由微控制器按约定的协议对编码调制信号进行还原和解调，获取所需的二进制信号，从而指示后续功能和操作。

2.3 红外遥控接收头的结构和工作原理

红外接收设备主要由红外接收电路，解调放大电路，电源和微控制器组成，红外接收电路和解调放大电路可称为接收解调模块。早期红外接收设备的接收解调模块主要由光敏二极管，放大电路，积分电路等组建而成，随着红外遥控应用市场的飞速扩张和集成 IC 技术的发展，半导体厂家针对接收解调模块推出了独立的集成器件，即红外遥控接收头。

2.3.1 红外接收头的基本结构

红外遥控接收头由光敏二极管和模拟 IC 芯片电连接构成，内部有金属壳将电磁敏感的模拟 IC 芯片进行电磁屏蔽，并将金属罩可靠的接地，最后使用红外光可透过，可见光不可透过的环氧树脂进行包封保护，滤除可见光的同时使器件具有良好的可靠性和寿命。图 2-4 是插件式和贴片式红外接收头照片，图 2-5 是其内部物理结构示意图。

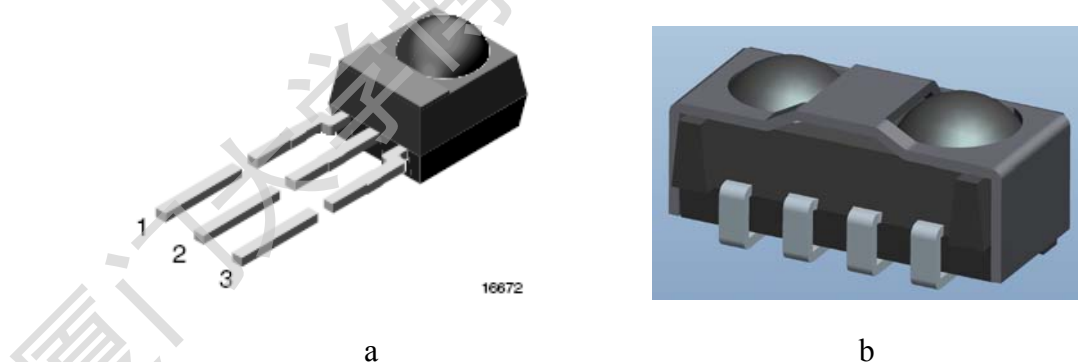


图 2-4 红外遥控接收头照片

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.